

愛媛大学大学院 学○沖野敦
愛媛県建設研究所 正 水口公德
大和ハウス工業（株） 島本厚敬

1. はじめに

地盤は酸性・アルカリ性など様々な環境にあり、地下水、土及び岩盤を構成する物質はこれらの環境を受けて存在している。近年、地下水の汚染が問題視されているが、これらの有害物質の溶解を考えるうえで地下水の水素イオン濃度指数 pH を調査することは重要である。なぜなら物質の溶解、沈殿がこれらの環境条件に大きく影響を受けるからである。一方で、pH は溶解、沈殿だけでなく、コンシステンシーや、土の強度にも影響していることが指摘されている。すなわち pH と、地すべり粘土の工学的性質の間には強い関連性があるということである。また、pH によるコンシステンシー等の地盤工学特性への影響はいくつかの研究報告がされているが、そのほとんどがベントナイト単体のものである。

そこで本研究では、地すべり粘土として代表されるモンモリロナイトを主要粘土鉱物とするベントナイトを用い、豊浦標準砂との混合砂により、pH を変化させ、コンシステンシーならびに残留強度を調べた。

2. 実験概要

1) 試料について

本研究で用いたベントナイトは、山形県大江町産のもので、真比重 2.6、 $250\mu\text{m}$ ふるい 90%以上通過粒度で、豊浦標準砂は、粒径 $425\mu\text{m}$ 以下のものである。これらを乾燥質量比で混合したものを用いた。混合割合については、標準砂:ベントナイト=100:0、98:2、95:5、90:10、80:20 の 5 通りである。

2) 試験方法

まず、pH 調整であるが、本研究では調整薬品として、1 規定塩酸と 1 規定水酸化ナトリウムを用いた。各試料の調整後の pH は、6、8、10 の 3 通りとする。pH 調整については、ガラス電極式 pH 計で調整後試料の懸濁液を測定し、調整 pH と一致していることを確認した。その試験方法は、地盤工学会基準の土懸濁液の pH 試験方法に準ずる。

コンシステンシー試験は地盤工学会に準じて行った。脱イオン水である程度練り混ぜ、その後、設定とする pH にするため調整液を加えた。残留強度は全て一面型リングせん断試験機を用いて行った。試験時に供試体が飽和状態になるように脱イオン水で液性限界以上の高含水で練り返した後、コンシステンシー試験と同様な pH 調整を行った。

3. 結果及び考察

1) コンシステンシー試験

まず、pH と LL の関係について考察する。ここで、液性限界 LL、塑性限界 PL、塑性指数 I_p とする。表 1 から、pH の増加に伴い LL が大きくなり、さらに、ベントナイトを多く含むほど、その影響が大きくなるという結果が得られた。つまり、ベントナイトを多く含むほど、pH と LL の関係が強く現れている。この傾向は、本報告で用いたベントナイトが Na 型のため、層間に入り込む分子に対して極めて大きな表面積を提供する。また、LL は、試料表面の水分によって作用するため、ベントナイト等の膨潤性鉱物の場合、層間が水で満たされた後、表面に水が出てくる。この層間に取り込まれる水が、pH が大きくなる事によって増加する。といった要因が考えられる。

次に、pHとPLの関係だが、LLと同じ傾向が見られるが、値の変化は小さい。この理由として、PL試験時の含水比はLLに比べ低いため、溶液のpHの影響が弱いと考えられる。⑤の結果の中で、pH6から8の低下については疑問が残るところである。

2) 残留強度

pHと ϕ_r の関係について表-1、図-1から考察する。ここで、残留状態におけるせん断強度から得られるせん断抵抗角を ϕ_r とする。各混合割合について考察すると、①から標準砂はpHの影響を受けないものと考えられる。②は混合割合が少ないため試料が砂質土的であり、せん断

時の挙動が砂の骨格構造に依存したものであると考えられる。③、④のpH6時に関しても同様なことが言えるが、ベントナイト量の増加で若干、砂の骨格構造が緩んだと思われる。この二つの状態に関して、pHの増加に伴う ϕ_r の低下が見られる。特にpH6から8、すなわち酸性からアルカリ性への変化で ϕ_r の低下に影響が現れた。このことは、pHにより、ベントナイトの主要粘土鉱物であるモンモリロナイト表面に存在する多量の負の永久電荷と端面に有しているpH依存電荷のため、間隙水中のpHの違いによる土構造の変化が考えられる。つまり、試料のpHが酸性側では、綿毛構造であるのに対し、アルカリ側では、pH依存電荷が負に帯電し、負の永久電荷と負のpH依存電荷の間に反発力が作用し、その結果、配向構造が発達したと考えられる。また、3.1)で述べたようにpHの増加による吸水量の増加も考えられる。⑤の場合は、③、④の考察に加えて、ベントナイト量の増加による砂の骨格構造の緩みが、他の状態よりも大きく、せん断挙動が砂質土的ではなく、粘性土的なものと考えられる。

表-1 試験結果

混合割合	調整pH	LL	PL	I_p	$\phi_r(^{\circ})$
①	6	20.3	NP	NP	34.43
	8	18.5	NP	NP	31.15
	10		NP	NP	33.88
②	6	19.7	NP	NP	31.59
	8	22	NP	NP	31.15
	10	24.4	NP	NP	32.33
③	6	23.5	NP	NP	29.48
	8	25.8	NP	NP	24.85
	10	26.6	NP	NP	25.08
④	6	26.5	NP	NP	28.90
	8	36.4	26.91	9.49	25.01
	10	37.5	30.22	7.28	25.45
⑤	6	33.7	24.17	9.53	27.70
	8	44.2	18.19	26.01	22.43
	10	86.6	30.31	56.29	18.73

①標準砂:ベントナイト=100:0 ②標準砂:ベントナイト=92:8 ③標準砂:ベントナイト=95:5 ④標準砂:ベントナイト=90:10 ⑤標準砂:ベントナイト=80:20

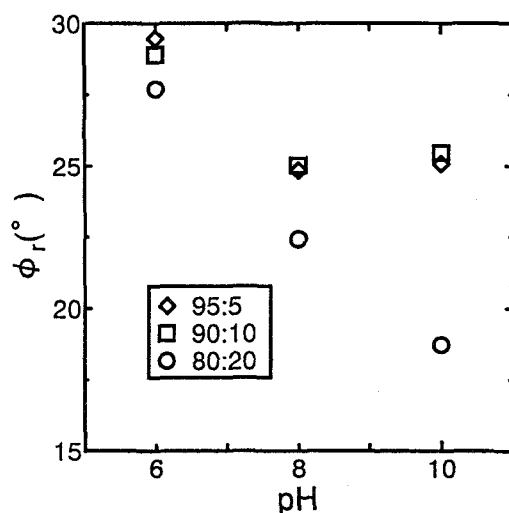


図-1 pHと ϕ_r の関係

4. 結論

本研究では、pHの変化が及ぼす、コンシステンシーならびに残留強度への影響を地すべり粘土としてベントナイトを用い、豊浦標準砂との混合砂により考察した。

コンシステンシー及び残留強度は、pHによって影響を受けるが、ベントナイト量に左右される。すなわち、ベントナイトを多く含むほど、pHの影響を受け、pHが大きいくほどLL・ I_p は大きくなり、 ϕ_r は小さくなる。この事は、pHが変化することによる、ベントナイト特有な膨潤性、吸水量に変化が生じていると考えられる。

以上のような結論から、室内実験において、実地盤の再現を行うためには、地下水のpHが酸性、アルカリ性であるかを考慮することは重要である。なお、今後の課題としては、pHの違いによるベントナイトの吸水量とその吸水機構及び、他の粘土鉱物に対するpHの影響を検討する必要がある。